Chapitre P5

Circuits électriques

I Grandeurs électriques

I.1) Charge électrique

I.2) Intensité du courant électrique

I.3) Approximation des Régimes Quasi-Stationnaires

I.4) Tension électrique

II Lois de Kirchhoff

II.1) Constitution d'un circuit électrique

II.2) Loi des nœuds

II.3) Loi des mailles

III Dipôles électriques

III.1) Conventions

III.2) Dipôles passifs

III.3) Dipôles actifs

III.4) Point de fonctionnement

IV Associations de résistances

IV.1) Association série

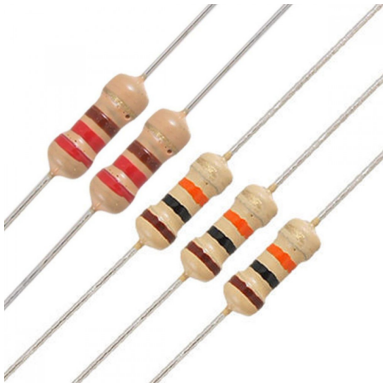
IV.2) Association parallèle

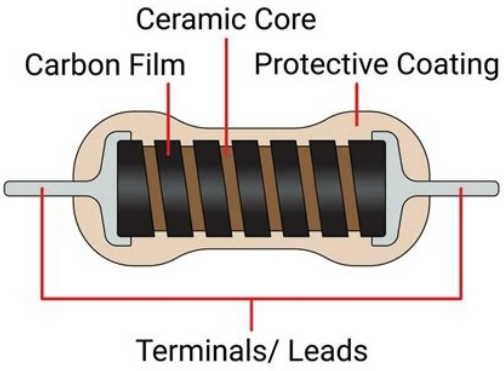
Notions et contenus	Capacités exigibles
Charge électrique, intensité du courant. Potentiel, référence de potentiel, tension. Puissance.	Justifier que l'utilisation de grandeurs électriques continues est compatible avec la quantification de la charge électrique. Exprimer l'intensité du courant électrique en termes de débit de charge. Exprimer la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence. Relier la loi des nœuds au postulat de la conservation de la charge. Utiliser la loi des mailles. Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur. Citer les ordres de grandeur des intensités et des tensions dans différents domaines d'application.
Dipôles : résistances, condensateurs, bobines, sources décrites par un modèle linéaire.	Utiliser les relations entre l'intensité et la tension. Citer des ordres de grandeurs des composants R, L, C. Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance. Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine. Modéliser une source en utilisant la représentation de Thévenin.
Association de deux résistances.	Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente. Établir et exploiter les relations des diviseurs de tension ou de courant.
Résistance de sortie, résistance d'entrée.	*Capacités expérimentale : évaluer une résistance d'entrée ou de sortie à l'aide d'une notice ou d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de leurs valeurs sur le fonctionnement d'un circuit.* *Capacité expérimentale : étudier l'influence des résistances d'entrée ou de sortie sur le signal délivré par un GBF, sur la mesure effectuée par un oscilloscope ou un multimètre.*

Questions de cours

- ➢ Exprimer la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence.
- ➢ Définir l'intensité du courant électrique en termes de débit de charges. Citer des ordres de grandeur.
- ➢ Définir la tension électrique en termes de potentiel électrique. Citer des ordres de grandeur.
- ➢ Énoncer la loi des nœuds ; la relier au postulat de la conservation de la charge.
- ➢ Énoncer et démontrer la loi des mailles.
- ➢ Illustrer les conventions récepteur et générateur d'un dipôle. Exprimer la puissance reçue ou cédée selon le cas.
- ➢ Énoncer la loi d'Ohm. En déduire la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance.
- ➢ Donner la relation entre l'intensité et la tension pour un condensateur ou une bobine.
- ➢ Donner l'expression de l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine. Justifier à l'aide de la puissance reçue.
- ➢ Donner la représentation de Thévenin d'une source réelle et exprimer sa caractéristique tension-courant.
- ➢ Établir les relations des diviseurs de tension ou de courant.

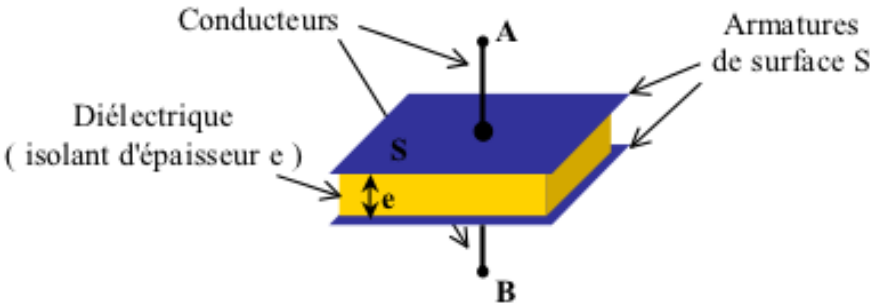
Document 1. Résistors





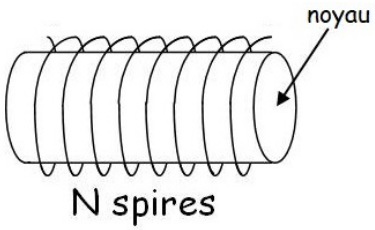
Document 2. Condensateurs





Document 3. Bobines





[P5] Circuits électriques

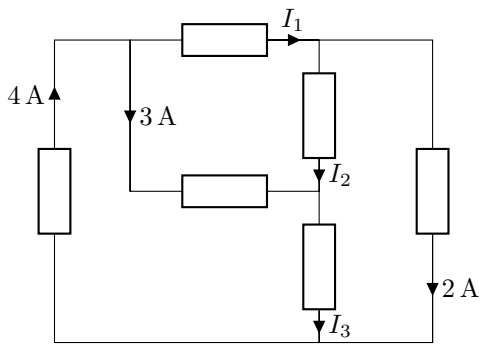
Exercice de cours A. Continuité du courant

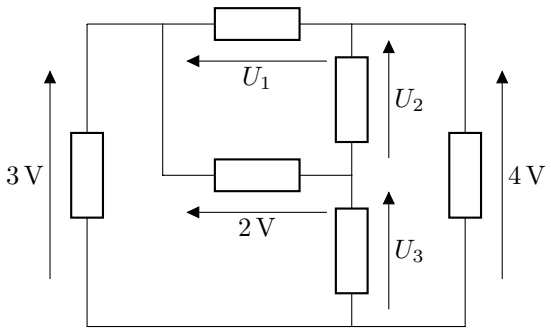
Soit un conducteur métallique parcouru par un courant d'intensité 10 mA.

1. Calculer le nombre net d'électrons passant par une section du conducteur en une durée de 1 ns.
2. Pourquoi peut-on considérer que le courant est continu alors qu'il est transporté par des porteurs de charge individuels ?

Exercice de cours B. Utilisation des lois de Kirchhoff

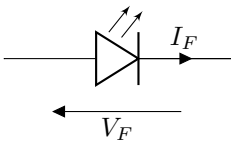
Dans les circuits suivants où les rectangles représentent des dipôles quelconques, déterminer les valeurs des courants et tensions inconnus.

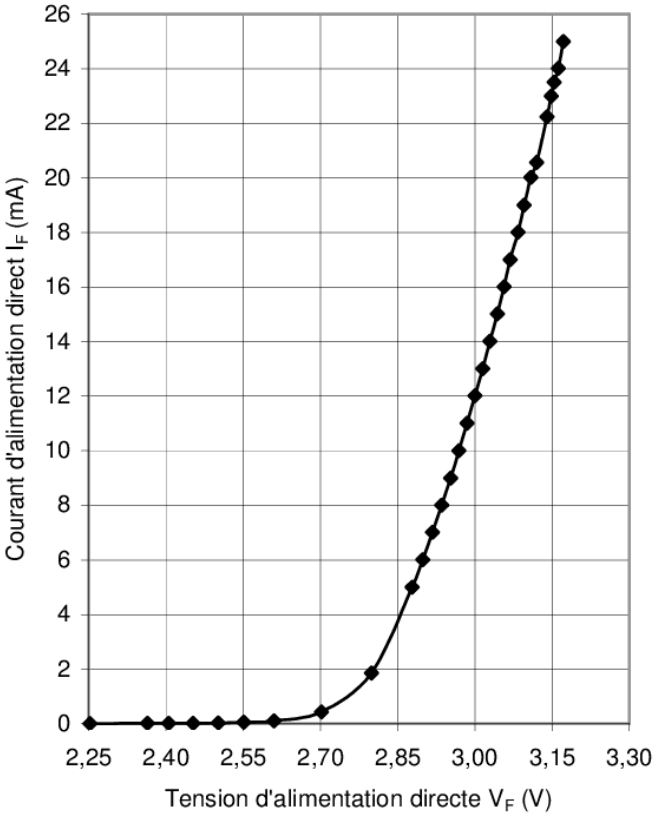




Exercice de cours C. Point de fonctionnement

Une lampe LED (symbole ci-dessous) a la caractéristique courant-tension ci-contre.



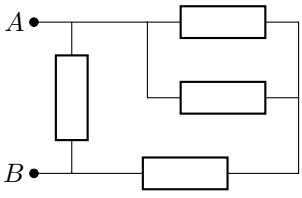


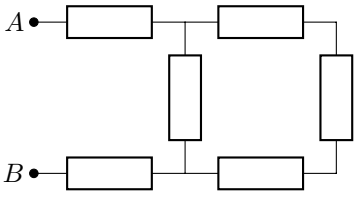
On alimente la LED avec un générateur de f.e.m. $E = 5{,}0\,\text{V}$ et de résistance interne $r = 220\,\Omega$.

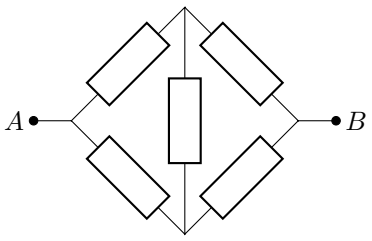
1. Représenter le circuit en utilisant la modélisation de Thévenin.
2. Donner l'expression du courant I circulant dans le circuit en fonction de U, E et r.
3. Déterminer graphiquement le point de fonctionnement du circuit, c'est-à-dire les valeurs de I et U.
4. Quelle est la puissance reçue par la lampe ? Que devient l'énergie reçue ?

Exercice de cours D. Résistances équivalentes

Déterminer la résistance équivalente des dipôles AB ci-dessous, où tous les résistors ont la même résistance R.

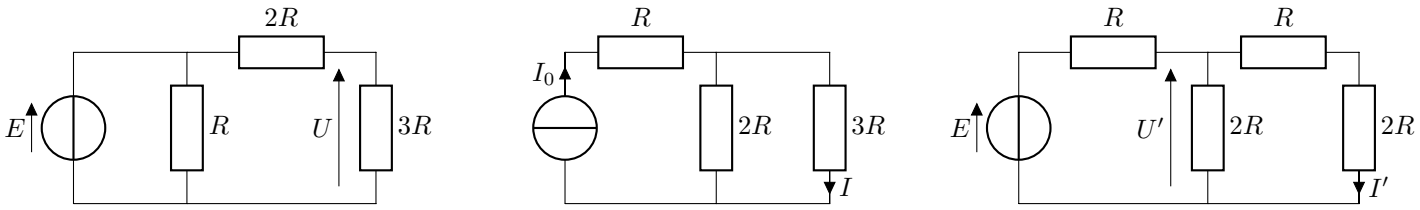






Exercice 1. Diviseurs de tension et de courant (★)

Dans les circuits ci-dessous, déterminer l'expression de U, I, U' et I' en fonction de E, R, I_0.



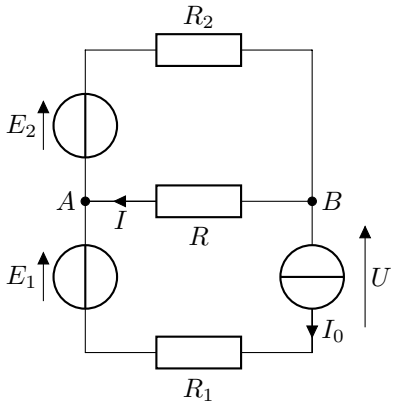
Exercice 2. Puissance maximale débitée par un générateur (★)

Soit un générateur de f.e.m. E et de résistance interne r débitant dans une résistance R.

1. Représenter le circuit.
2. Déterminer le point de fonctionnement du circuit.
3. Exprimer la puissance débitée par le générateur. Que devient l'énergie fournie au circuit ?
4. Pour quelle valeur de R la puissance est-elle maximale ?

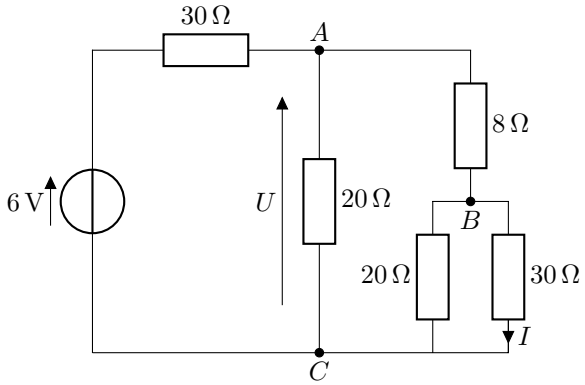
Exercice 3. Motrice d'un TGV (★★)

Le circuit ci-dessous modélise l'alimentation de la motrice d'un TGV, représentée par une source idéale de courant. En utilisant les lois de Kirchhoff, déterminer la tension U aux bornes de la motrice et l'intensité I du courant dans la caténaire AB.



Exercice 4. Étude d'un circuit (★★)

Déterminer U et I dans le circuit ci-dessous en utilisant les relations de diviseurs.



Exercice 5. Charge d'une batterie (★★)

Une batterie est complètement déchargée. On la modélise par une source de tension de f.e.m. $e = 12\,\text{V}$ en série avec une résistance $r = 0{,}2\,\Omega$. Pour la recharger, on la branche sur un chargeur de f.e.m. $E = 13\,\text{V}$ et de résistance interne $R = 0{,}3\,\Omega$ (on place le + sur le +). On lit sur la batterie qu'elle une « capacité » de $50\,\text{A}\cdot\text{h}$ (ampères-heures).

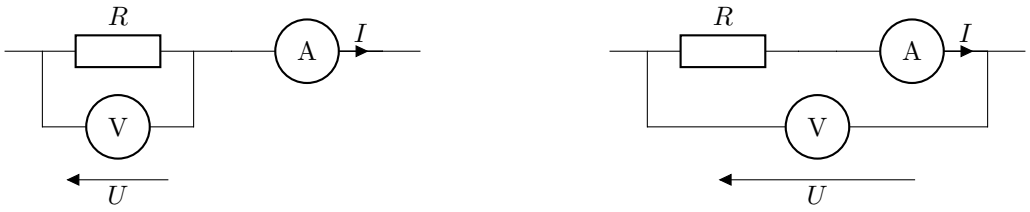
1. Au vu de son unité, que représente la capacité d'une batterie ?
2. Représenter le schéma électrique du circuit de charge.
3. Déterminer le point de fonctionnement du circuit.
4. Calculer la puissance délivrée par la source E, la puissance dissipée par effet Joule et la puissance reçue par la batterie (stockée sous forme chimique). Déterminer le rendement de la charge.
5. Quelle charge doit être apportée à la batterie pour la charger à sa capacité maximale ? En déduire la durée de la charge.

Exercice 6. Méthode voltampèremétrique (★★)

Pour mesurer une résistance, on peut utiliser un ampèremètre, équivalent à une ésistance R_a de l'ordre de quelques Ω, et un voltmètre, équivalent une résistance R_v de l'ordre du MΩ.

Deux montages sont possibles, voir ci-dessous.

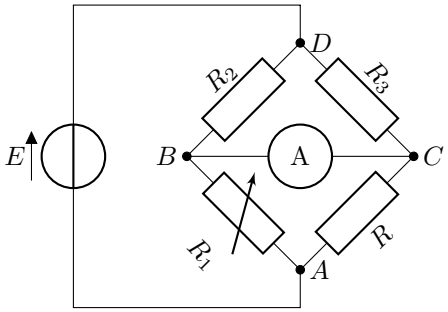
1. Calculer la résistance mesurée en calculant $R_{\text{mes}} = \dfrac{U}{I}$ pour les deux montages, puis l'écart relatif à la valeur réelle R.
2. Pour quelles valeurs de R chacun des montages est-il le plus juste ?



Exercice 7. Pont de Wheastone (★★)

Un pont de Wheastone est un montage électrique représenté ci-dessous permettant de déterminer une résistance R inconnue. Les résistances R_2 et R_3 sont fixes et connues et R_1 est une résistance réglable.

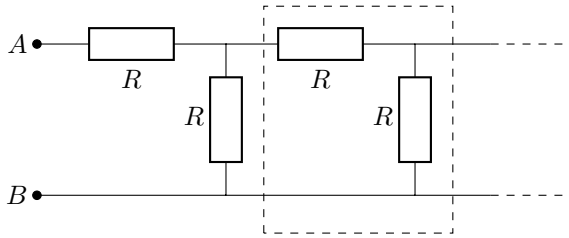
Le pont est fermé par un ampèremètre très sensible. Le pont est dit équilibré lorsque le courant traversant l'ampèremètre s'annule. La tension à ses bornes est alors également nulle car il possède une résistance de l'ordre de quelques ohms.



1. Exprimer les tensions aux bornes de R_1 et de R en fonction de E et des résistances lorsque le pont est équilibré.En déduire une relation entre les résistances à l'équilibre.
2. Avec $R_2 = 1{,}00\,\text{k}\Omega$ et $R_3 = 200\,\Omega$, on obtient l'équilibre avec $R_1 = 1827\,\Omega$. En déduire la valeur de R.
3. Quel est l'intérêt de cette mesure par rapport à l'utilisation d'un ohmmètre (appareil possédant une résistance élevée mais non infinie) ?

Exercice 8. Ligne infinie (★★)

Déterminer la résistance équivalente au dipôle ci-dessous constitué d'un motif se répétant à l'infini.

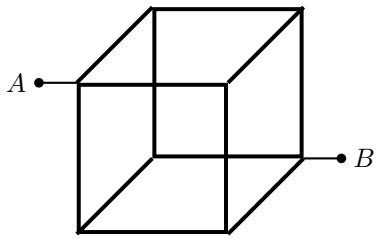


Exercice 9. Associations de condensateurs et de bobines (★★)

1. Association de condensateurs.
   (a) Montrer qu'une association en série de condensateurs se comporte comme un condensateur, et donner la capacité équivalente en fonctions des capacités des condensateurs.
   (b) Même question pour une association de condensateurs en parallèle.
2. Association de bobines idéales.
   (a) Montrer qu'une association en série de bobines idéales se comporte comme une bobine idéale, et donner l'inductance équivalente en fonctions des inductances des bobines.
   (b) Même question pour une association de bobines en parallèle.

Exercice 10. Cube de résistances (★★★)

Un cube possède une résistance R sur chacune de ses arête.s Déterminer la résistance équivalente au cube entre deux sommets opposés.



Réponses

Exercice 1 : $U = \dfrac{3E}{5}$; $I_0 = \dfrac{2I_0}{5}$; $U' = \dfrac{6E}{11}$; $I' = \dfrac{2E}{11R}$.

Exercice 2 : 2. $I = \dfrac{E}{R+r}$; $U = \dfrac{RE}{E+r}$. 4. $R = r$.

Exercice 3 : $I = \dfrac{E_2 - R_2 I_0}{R+R_2}$; $U = E_1 + \dfrac{R}{R+R_2}E_2 - \dfrac{RR_1 + RR_2 + R_1R_2}{R+R_2}I_0$.

Exercice 4 : $U = 1{,}5\,\text{V}$; $I = 30\,\text{mA}$.

Exercice 5 : 3. $I = 2{,}0\,\text{A}$; $U = 12{,}4\,\text{V}$. 45 $\Delta t = 25\,\text{h}$.

Exercice 6 : 1. $R_{\text{mes}} = \dfrac{R \times R_v}{R+R_v}$; $R'_{\text{mes}} = R + R_a$.

Exercice 7 : 2. $R = 365\,\Omega$.

Exercice 8 : $R_{eq} = \dfrac{1+\sqrt{5}}{2}R$.

Exercice 9 : L et $1/C$ se comportent comme R.

Exercice 10 : $R_{eq} = \dfrac{5R}{6}$.